

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**

- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DEUTSCHES PATENTAMT



AUSLEGESCHRIFT 1 086 350

W 23259 VIIIc/21g

ANMELDETAG: 30. APRIL 1958

BEKANNTMACHUNG
DER ANMELDUNG
UND AUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 4. AUGUST 1960

1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Halbleiteranordnung, z. B. eines Siliziumgleichrichters, deren mit den Elektroden versehener Halbleiterkörper mit einer Trägerplatte von annähernd gleichem thermischem Ausdehnungskoeffizienten wie dem des Halbleiterkörpers vereinigt ist und die ihrerseits an einem weiteren Träger bzw. einem Gehäuseteil befestigt ist.

Bei der Herstellung von Halbleiteranordnungen mit pn-Übergang aus Silizium muß das Siliziummaterial in Form einer äußerst dünnen Platte angewendet werden, dessen Dicke in der Größenordnung von ungefähr 125 bis 375 μ liegt. Siliziumplatten sind sehr brüchig und empfindlich, so daß sie leicht zerbrechen oder zersplittern, wenn sie irgendwelchen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Ein solcher Bruch kann nicht nur während der Fertigung und der Zusammensetzung von Gleichrichtern, welche solche Siliziumplatten enthalten, hervorgerufen werden, sondern auch während des Gebrauchs auf Grund der abweichenden thermischen Ausdehnung, welche zwischen der Siliziumplatte und einer Trägerplatte besteht, an welcher sie befestigt ist, da die Gleichrichtervorrichtung, welche sie enthält, sich während des Betriebes aufheizt.

Ein anderes Problem, welches mit der Herstellung zufriedenstellender Gleichrichter aus Siliziumhalbleitermaterialien entsteht, ist, die während des Betriebes an ihnen entwickelte Hitze schnell und wirksam abzuführen. Übertemperaturen über etwa 220° C können die Arbeitsweise des Gleichrichters beeinträchtigen, wenn er, während er sich auf solchen erhöhten Temperaturen befindet, schweren elektrischen Belastungen unterworfen wird.

Die Siliziumplatte muß daher auf einem Metall montiert werden, welches eine gute thermische Leitfähigkeit hat.

Es ist auch notwendig, daß das als Trägerplatte benutzte Material gründlich und gleichmäßig durch weiche Lotwerkstoffe benetzt wird, um auf diese Weise einen guten thermischen elektrischen Kontakt zwischen der Trägerplatte und einem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil zu sichern, an welcher sie befestigt ist.

Nach dem Zusammenbau von Siliziumdioden ist es üblich, den Zusammenbau mit chemischen Ätzmitteln zu behandeln. Die chemischen Ätzmittel, welche gewöhnlich aus starken Säuren, wie z. B. Salpetersäure und Flußsäure, hergestellt sind, werden benutzt zur Reinigung der Siliziumdiode rund um die Oberfläche des pn-Überganges der Siliziumplatte und der Gegenelektrode oder des oberen Kontaktgliedes, um auf diese Weise die elektrischen Eigenschaften der Diode zu verbessern. Es ist erwünscht, daß die Trägerplatte aus einem Material besteht, welches nicht durch das

Verfahren zur Herstellung einer Halbleiteranordnung, z. B. eines Siliziumgleichrichters

Anmelder:

Westinghouse Electric Corporation,
East Pittsburgh, Pa. (V. St. A.)Vertreter: Dr.-Ing. P. Ohrt, Patentanwalt,
Erlangen, Werner-von-Siemens-Str. 50

Beanspruchte Priorität:

V. St. v. Amerika vom 9. Mai 1957

Charles P. Gazzara, Fayetteville, N. Y.,
und David L. Moore, Jeanette, Pa. (V. St. A.),
sind als Erfinder genannt worden

2

chemische Ätzmittel aufgelöst wird oder welches, sollten kleine Beträge des Materials des Werkstoffes durch das Ätzmittel gelöst werden, die einwandfreie Arbeitsweise der Siliziumdiode nicht beeinflussen wird.

Nach der Herstellung des Siliziumdiodenzusammenbaues wird dieser Zusammenbau hermetisch eingeschlossen, um auf diese Weise das Silizium und andere Teile der Anordnung gegen die Atmosphäre zu schützen. Beim Vorgang des Einschließens der Diode ist es üblich, zunächst die Trägerplatte auf einem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil anzuordnen, welcher die Form eines mit einer Vertiefung versehenen Metallbeckens haben kann.

Das wird im allgemeinen mittels eines Lötprozesses durchgeführt. Ein Lot von niedrigerem Schmelzpunkt wird aufgebracht, um auf diese Weise die Trägerplatte der Diodenanordnung mit dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil zu verbinden. Es ist festgestellt worden, daß die für diesen Arbeitsvorgang erforderliche Temperatur etwa 400° C nicht überschreiten sollte. Temperaturen über etwa 400° C können die Eigenschaften der Diodenanordnung nachteilig beeinflussen. Wegen dieser Temperaturbegrenzung müssen Weichlote benutzt werden, welche einen Schmelzpunkt unter 400° C, und zwar vorzugsweise von etwa 300° C haben. Es ist festgestellt worden, daß Weichlote nicht eine gute mechanische Verbindung bilden, welche eine gute thermische Leitfähigkeit mit den Metallen Wolfram, Tantal und den Grundlegierungen derselben hat. Als Folge kann die befriedigende Arbeitsweise der kompletten Anordnung beeinflusst werden.

Die sich aus diesen Überlegungen ergebenden Problemstellungen bei der Herstellung einer Halbleiteranordnung der angegebenen Art lassen sich in einwandfreier Weise und technisch vorteilhaft lösen, indem nach dem Verfahren gemäß der Erfindung die Trägerplatte vor ihrer Vereinigung mit dem Halbleiterkörper mindestens an ihrer dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil zugewandten Fläche mit einem besonderen Überzug aus einem Metall versehen wird, welches eine gründliche und gleichmäßige Benetzung der von diesem Metall überzogenen Fläche gewährleistet und widerstandsfähig gegenüber chemischen Ätzmitteln ist, und nach der Vereinigung der Trägerplatte mit dem Halbleiterkörper die aus Trägerplatte und Halbleiterkörper bestehende Anordnung einer Behandlung mit einem chemischen Ätzmittel unterworfen und anschließend mit dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil durch Weichlot verlötet wird.

Es ist bereits ein Verfahren zur Herstellung von Halbleiteranordnungen auf der Basis eines Halbleiterkörpers aus Germanium oder Silizium bekannt, nach welchem der Halbleiterkörper auf einer Trägerplatte aus einem Metall mit einem dem Halbleiterkörper ähnlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten, wie z. B. aus Molybdän oder Wolfram, angeordnet wird, wobei der Halbleiterkörper mit der Trägerplatte verlötet und die Trägerplatte mit einer Kühlplatte aus Kupfer, Aluminium, Nickel oder Eisen verlötet wird. Hierfür wird die genannte Trägerplatte aus Molybdän oder Wolfram mit einem Goldüberzug z. B. auf elektrolytischem Wege an der dem Halbleiterkörper zugewandten Seite versehen. Als Lot zwischen der Trägerplatte und dem Halbleiterkörper wird bei diesem bekannten Verfahren Zinn benutzt, dem ein Zusatz von Donatoren oder Akzeptoren beigegeben werden konnte. Als Lot zwischen der Trägerplatte und dem weiteren Träger bzw. der Kühlplatte wird Silber benutzt. Wegen dieser mittels Silber ausgeführten Hartlötung kann bei diesem bekannten Verfahren das Halbleitersystem nicht einschließlich der Trägerplatte fertiggestellt werden, denn die angegebene Weichlotverbindung mittels Zinn zwischen der Trägerplatte und dem Halbleiterkörper sowie dessen gleichzeitige Dotierung können naturgemäß erst nach der Hartlötung zwischen der Trägerplatte und dem Kühlkörper vorgenommen werden. Es liegt bei dieser bekannten Anordnung also keine Weichlotverbindung zwischen der Trägerplatte und einem weiteren Träger bzw. einem Gehäuseteil vor, die eine vorausgehende vollständige Fertigstellung der Halbleiteranordnung einschließlich einer Ätzung vor ihrer Befestigung mittels ihrer Trägerplatte an dem weiteren Träger unter Benutzung eines Weichlotes erlaubt.

Es ist ferner bereits bekanntgeworden, die Trägerplatte eines Halbleiterelementes nach einer Reinigung an beiden Oberflächen mit einem Silberüberzug zu versehen. Dieser ist aber bekanntermaßen gegen eine Ätzung nicht widerstandsfähig, so daß eine unerwünschte Verunreinigung der Ätzmittellösung beim Ätzvorgang des Halbleiterelementes entstehen kann, die ihrerseits wieder für die Reinigung zu ätzen den pn-Übergang des Halbleiterelementes in unerwünschter Weise verunreinigen konnte.

Schließlich ist es für Halbleiteranordnungen bekannt, das Halbleiterelement auf einer Trägerplatte durch Lötung zu befestigen und diese Trägerplatte nach ihrer mechanischen Verbindung mit einem glockenförmigen Gehäuseteil am Boden eines becherförmigen Trägers, von dessen der inneren Bodenfläche gegenüberliegenden Fläche ein Anschlußbolzen aus-

läßt, dadurch zu montieren, daß eine Verlötung zwischen dem Rand der genannten Becherform und der äußeren entsprechend metallisierten Mantelfläche des keramischen glockenförmigen Gehäusekörperteiles erfolgt. In diesem Falle ist also keine Verlötung zwischen der Trägerplatte und dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil an ihren einander gegenüberliegenden großen Flächen vorgenommen, welche einen wesentlich verbesserten elektrischen und thermischen Übergang zwischen Trägerplatte und dem weiteren Träger gewährleisten würde.

Nach dem vorliegenden Verfahren kann die Trägerplatte mit einem Überzug aus einem Metall aus der Gruppe, welche Gold, Platin und Rhodium umfaßt, versehen werden.

Das Herstellen des Überzuges auf der Trägerplatte kann auf galvanischem Wege, durch Aufspritzen oder auch durch Aufwalzen erfolgen. Der Überzug kann in irgendeiner erwünschten Dicke benutzt werden. Die Dicke des Überzuges kann z. B. in dem Bereich von etwa $25\ \mu$ als obere Grenze bis $0,25\ \mu$ als untere Grenze bemessen werden.

Bei Anwendung eines Überzuges aus Gold bzw. Platin kann es sich als zweckmäßig erweisen, einen Überzug mit einer Dicke von etwa $5\ \mu$, bei Anwendung eines Überzuges aus Rhodium einen solchen mit einer Dicke von etwa $0,5\ \mu$ zu benutzen. Die Trägerplatte des Halbleiterkörpers kann aus Tantal, Wolfram oder Grundlegierungen dieser Werkstoffe mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten bestehen, der nahe demjenigen des Siliziums liegt.

Die Metalle Tantal und Wolfram haben einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von im wesentlichen etwa demselben Wert wie Silizium von ungefähr $4,2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Legierungen von Tantal und Wolfram, z. B. eine Legierung, welche aus 5% Wolfram und 95% Tantal besteht, haben ebenfalls nahezu denselben Ausdehnungskoeffizienten wie Silizium. Tantal und Wolfram können mit geringen Beträgen anderer Metalle legiert werden, ohne ihren thermischen Ausdehnungskoeffizienten wesentlich zu ändern. So kann Wolfram mit 5% bis 25 Gewichtsprozent eines Platinmetalls legiert werden, z. B. Osmium oder Platin, Chrom, Nickel, Kobalt, Silizium und Silber. Ein thermischer Ausdehnungskoeffizient von etwa zwischen $3,8 \cdot 10^{-6}$ und $6,5 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ist für das Zusammenarbeiten mit einer Siliziumplatte befriedigend.

Die Metalle Tantal, Wolfram und die Grundlegierungen derselben, welche einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, welcher sich demjenigen von Silizium nähert, haben eine gute thermische Leitfähigkeit, so daß die Hitze schnell von dem Silizium weggetragen wird, mit welchem sie sich in Kontakt befinden.

Vor dem Aufbringen des Metallüberzuges wird zur Entfernung aller Oberflächenverunreinigungen die Trägerplatte durch Abschaben gereinigt, geätzt und gewaschen, wenngleich auch das Abschaben mit einem Sandstrahl allein gegebenenfalls zufriedenstellend sein würde.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung an Hand einiger Ausführungsbeispiele wird nunmehr auf die Figuren der Zeichnung Bezug genommen, bei deren Erläuterung sich noch weitere, vorteilhaft benutzbare Einzelmerkmale ergeben werden.

Fig. 1 ist ein Querschnitt durch eine Halbleitervorrichtung, welche gemäß der Erfindung aufgebaut ist, und

Fig. 2 ist ein Querschnitt durch eine abgewandelte Form des Ausführungsbeispiels.

Aus Gründen der Einfachheit wird auf das Metall Wolfram speziell Bezug genommen werden, aber das soll so verstanden werden, daß auch Tantal oder irgendeine andere Legierung aus Tantal oder Wolfram, welches einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten entsprechend demjenigen des Siliziums hat, an dessen Stelle treten kann.

In Fig. 1 der Zeichnung ist ein Beispiel einer Halbleiterdiode gezeigt, welche geeignet ist, in irgendwelche Geräteplatten und andere Vorrichtungen eingeschraubt zu werden. Die Diode 10 umfaßt eine Trägerplatte 12, welche einen Körper 14 umfaßt, der aus einem Metall hergestellt ist, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, die aus Tantal, Wolfram und den Grundlegierungen derselben besteht, und einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat, welcher sich demjenigen des Siliziums nähert, und einen dünnen Überzug einer Schicht 16 aus einem Metall hat, welches aus der Gruppe ausgewählt ist, die Gold, Platin und Rhodium enthält. Eine Schicht aus einem Silbergrundlot 18 ist auf die obere Fläche der Trägerplatte 12 aufgebracht, um für die Aufrechterhaltung einer durch einen Schmelzprozeß erzeugten metallurgischen Verbindung mit der Trägerplatte und mit einer Siliziumplatte 20 zu sorgen, welche auf der Trägerplatte 12 angeordnet ist. Auf die obere Fläche der Siliziumplatte 20 ist eine Lage 22 aus einem Aluminiummetall aufgeschmolzen bzw. -legiert, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, welche Aluminium und Aluminiumgrundlegierungen enthält. Eine nagelförmige Gegenelektrode 21 aus Tantal, welche eine ebene Stirnfläche 26 als horizontalen Schenkel aufweist, ist auf der oberen Fläche der Aluminiummetallschicht 22 aufgeschmolzen. Der vertikale Schenkel 28 der Tantal-Gegenelektrode 24 ist relativ biegsam und für die Stromzuführung zur Diode vorgesehen. Die Trägerplatte 12 ist auf dem weiteren Träger bzw. Gehäuse 30 befestigt, welcher eine mit Gewinde versehene Ausladung 32 hat.

In der oberen Fläche der Schraube 30 ist eine Aussparung 34 vorgesehen, innerhalb welcher die Trägerplatte 12 angeordnet ist, welche durch eine Lage 36 aus Weichlot an dem weiteren Träger bzw. Gehäuse 30 befestigt ist.

Die dünne Lage 18 aus Silberlot, welche die Siliziumplatte 20 mit der Trägerplatte durch eine Verschmelzung verbindet, kann aus einer Silberlegierung mit einem hohen oder niedrigen Schmelzpunkt bestehen. Geeignete Silbergrundlote bestehen aus Silber und entweder einem Element der Gruppe IV des Periodischen Systems oder einer Dotierungsverunreinigung vom n-Typ oder beiden. Die Legierungen sind zusammengesetzt aus wenigstens 5% Silber, und der weitere Anteil überschreitet nicht 90 Gewichtsprozent an Zinn, nicht 20 Gewichtsprozent an Germanium und nicht 95 Gewichtsprozent an Blei und enthält in einem kleinen Verhältnis Antimon oder eine andere n-Dotierungsverunreinigung. Besonders gute Resultate wurden mit nachfolgenden binären Legierungen (Zweistofflegierungen) erzielt, in welchen alle Teile ihrem Gewicht nach bemessen sind. Legierungen dieser Art sind 35 bis 10% Silber und von 65 bis 90% Zinn; 95 bis 84% Silber und von 5 bis 16% Silizium; 75 bis 50% Silber und von 25 bis 50% Blei und 95 bis 70% Silber sowie von 5 bis 30% Germanium.

Ternäre Legierungen von Silber, Zinn und Silizium; Silber, Blei und Silizium; Silber, Germanium und Silizium sind besonders vorteilhaft. Zum Beispiel können ternäre Legierungen (Dreistofflegierungen) bestehen aus 50 bis 80% Silber und 5 bis 16% Silizium, und der weitere Anteil ist Zinn, Blei oder Germanium.

Die Silberlegierung kann kleine Beträge anderer Elemente und Verunreinigungen enthalten, vorausgesetzt jedoch, daß kein bedeutender Betrag eines Gruppe-III-Elementes anwesend ist. Das Silbergrundlot kann bis zu 10 Gewichtsanteile Antimon enthalten. So wurden gute Resultate erzielt bei der Benutzung von Loten, welche enthalten:

1. 98% Silber,
1% Blei,
1% Antimon;
2. 80% Silber,
16% Blei,
4% Antimon;
3. 85% Silber,
5% Silizium,
8% Blei,
2% Antimon.

Wenn diese Silberlegierungs-lote auf die Siliziumplatte aufgebracht werden, so löst sich etwas von dem Silizium der Platte in der Legierung, und folglich enthalten binäre und ternäre Legierungen, welche ohne Silizium aufgebracht wurden, nach dem Legierungsvorgang einen kleinen, aber wesentlichen Betrag von Silizium. Auf diese Weise wird eine Legierung, welche aus 84% Silber, 1% Antimon, 10% Zinn und 5% Germanium besteht, welche auf eine Siliziumplatte aufgebracht wird, nach dem Legierungsvorgang von 5 bis 16 Gewichtsprozent Silizium enthalten, was von der Länge der Zeitdauer und den Temperaturen abhängt, welchen die Lotlegierung und das Silizium unterworfen werden.

Ausgezeichnete Resultate sind erreicht worden mit Legierungen, welche von 1 bis 4 Gewichtsprozent Antimon enthalten und wobei der Rest aus 98 bis 92 Gewichtsprozent Silber besteht. Dünne Scheiben dieser ternären Silberlegierungen sind auf die Siliziumplatte aufgebracht worden, und nachdem die Anordnung bis auf die Löttemperatur erhitzt worden ist, schmilzt die Silberlegierung und löst etwas Silizium, und ein Teil des Siliziums diffundiert hinein, so daß die Legierungsverbindungsschicht von 5 bis 16 Gewichtsprozent Silizium, ungefähr 1 bis 4 Gewichtsprozent von jedem der Stoffe Blei und Antimon enthält und der Restanteil aus Silber besteht. Die Blei-Antimon-Silber-Legierung ist duktil und kann leicht in Form dünner Filme von einer Dicke von 25 bis 50 μ ausgewalzt werden. Die dünnen Filme werden dann geschnitten oder gestanzt in Form kleiner Stücke von annähernd der gleichen Flächenausdehnung wie die Siliziumplatten und auf diese aufgebracht.

Die Silbergrundlegierungen können in pulveriger oder körniger Form hergestellt werden, und eine dünne Schicht derselben wird auf die Endfläche des Kontaktes entweder in trockener Form oder in Form einer Paste in einem leichtflüchtigen Lösungsmittel, wie etwa Äthylalkohol, aufgebracht. Die dünne Lage 22 aus einem Aluminiummetall, welche auf die obere Oberfläche der Siliziumplatte 20 aufgebracht worden ist, kann aus einem Film oder einer Folie aus Aluminium oder einer Aluminiumgrundlegierung bestehen, und zwar vorzugsweise einer Aluminiumgrundlegierung mit einem Element der Gruppe III oder IV oder beider des Periodischen Systems. Das Aluminiumteil muß aus einem Material bestehen, welches, wenn es auf die Siliziumplatte 20 aufgeschmolzen wird, etwas von dem darunterliegenden Silizium löst

und, wenn es abgekühlt wird, wieder Silizium ausscheidet, welches p-Leitfähigkeit an den oberen Teilen der Platte 20 hat.

Die Schicht 22 kann aus einem reinen Aluminium bestehen mit nur geringen vorhandenen Beträgen an Verunreinigungen, wie solchen aus Magnesium, Zink od. dgl., oder aus einer Legierung, welche aus Aluminium als Hauptkomponente besteht und wobei der Restanteil gebildet wird durch Silizium, Gallium, Indium und Germanium, welche entweder einzeln oder irgendwie zu zweien oder alle gleichzeitig anwesend sind. Diese Legierungen sollten nicht unter 300° C schmelzen. So können Folien angewendet werden, wobei alle Anteile nach Gewichtsprozenten bemessen sind, aus 95% Aluminium und 5% Silizium; aus 88,4% Aluminium und 11,6% Silizium; aus 90% Aluminium und 10% Germanium; aus 47% Aluminium und 53% Germanium; aus 88% Aluminium und 12% Indium; aus 96% Aluminium und 4% Indium; 50% Aluminium, 20% Silizium, 20% Indium und 10% Germanium; aus 90% Aluminium, 5% Silizium und 5% Indium; aus 85% Aluminium, 5% Silizium, 5% Indium und 5% Germanium; aus 88% Aluminium, 5% Silizium, 2% Indium, 3% Germanium und 2% Indium.

Es ist kritisch, daß die Aluminiumlage 22 wesentlich kleiner ist als die Flächenausdehnung der Siliziumplatte 20 und daß sie derart auf der Platte 20 zentriert ist, daß sie sich mit einem eindeutigen Abstand von den Ecken und Rändern der Halbleiterplatte befindet. Es ist nicht notwendig, daß die Aluminiumschicht 22 eine Folie oder eine getrennte Lage ist. Es ist festgestellt worden, daß es möglich ist, Aluminium oder Aluminiumgrundlegierungen auf die Siliziumplatte in einem Vakuum aufzudampfen. Die ausgewählten zentralen Teile der oberen Fläche der Siliziumplatte können mit Aluminium oder Aluminiumgrundlegierungen bedampft werden, indem die Ränder der Platten maskiert (abgedeckt) werden, oder es kann der obere Kontakt selbst mit dem Aluminiummetall bedampft werden.

Bei der Herstellung der Diode nach Fig. 1 wird die Zusammenstellung, welche aus dem Grundplattenkontakt 12, dem Silberlot 18, der Siliziumplatte 20, dem Aluminiumglied 22 und dem oberen Tantal-kontaktglied 24 besteht, unter Vakuum bei einer Temperatur von annähernd 800 bis 1000° C erhitzt, während die Teile unter leichtem Druck zusammengehalten werden. In einem kurzen Zeitabschnitt wird das Silberlot 18 geschmolzen und mit der Grundplatte 12 der Siliziumplatte 20 eine Bindung eingegangen sein. In gleicher Weise wird die Aluminiumlage 22 geschmolzen sein, und bei der Abkühlung wird sie eine Bindung mit dem Tantalkontakt 24 eingegangen sein und eine metallurgische Verbindung mit der oberen Oberfläche der Siliziumplatte 20 bewirkt sein. Während der Erhitzung wird das Aluminium das angrenzende Silizium an der oberen Grenze der Siliziumplatte lösen, und bei der Abkühlung wird das gelöste Silizium mit p-Leitfähigkeit wieder ausgeschieden, wobei auf diese Weise die angrenzenden oberen Flächenteile in Silizium mit p-Leitfähigkeit umgewandelt werden, wodurch ein pn-Übergang vorhanden ist. Wenn die legierte Anordnung auf Raumtemperatur abgekühlt ist, wird sie geätzt. Nach der Ätzung wird die legierte Anordnung in einer Aussparung 34 eines weiteren Trägers bzw. Gehäuseteiles bzw. einer Schraubengrundplatte 30 angeordnet mit einem Lot 36 niedrigen Schmelzpunktes, welches z. B. unterhalb 300° C schmilzt und aufgebracht wird, um

eine Schmelzverbindung zwischen der Diodenanordnung und dem Glied 30 zu erzeugen. Die Temperatur während dieses letzteren Arbeitsvorganges sollte annähernd 400° C nicht überschreiten. Die Diode 10 nach Fig. 1 der Zeichnung kann eingekapselt werden oder in einem hermetisch abgeschlossenen Metallgehäuse angeordnet werden, um auf diese Weise das Silizium und andere Teile der Anordnung gegen die Atmosphäre zu schützen.

Eine gute mechanische Verbindung wird zwischen der Trägerplatte 12 und dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil oder der Schraubengrundplatte 30 gebildet. Die dünne Lage 16 aus Gold, Platin oder Rhodium schafft eine Oberfläche an der Trägerplatte 12; welche gründlich und gleichmäßig durch Weichlote benetzt wird.

In Fig. 2 der Zeichnung ist eine abgewandelte Form einer Halbleiteranordnung 50 veranschaulicht. Die Diodenanordnung 50 besteht aus einem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil oder einer Schraubengrundplatte 52, welche eine mit Gewinde versehene Ausladung 54 aufweist. In der oberen Stirnfläche der Schraubengrundplatte 52 ist eine Aussparung 56 vorgesehen, innerhalb welcher eine Trägerplatte 60 angeordnet ist. Diese Trägerplatte 60 besteht aus einem Körper 62 aus Tantal, Wolfram oder Grundlegierungen derselben, welche einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten haben von im wesentlichen demselben Wert wie Silizium, und der vollständig in einer dünnen Lage 64 aus einem Metall eingeschlossen ist, welches aus der Gruppe ausgewählt ist, welche Gold, Platin oder Rhodium enthält. Die Trägerplatte 60 ist mit der Schraubengrundplatte bzw. dem weiteren Träger oder Gehäuseteil 52 mittels eines Lotes 65 von niedrigem Schmelzpunkt sicher verbunden.

Auf der oberen Oberfläche 60 ist eine Siliziumplatte 66 angeordnet, welche vorher in geeigneter Größe und Form zugeschnitten worden ist. Die Siliziumplatte ist geläppt und geätzt worden, um auf diese Weise eine Platte zu schaffen, welche die gewünschten Halbleitereigenschaften aufweist. Die Platte kann dotiert werden mit einer n-Dotierungsverunreinigung, um dieser n-Leitfähigkeit zu geben. Eine dünne Lage des Silbergrundlotes 68 schafft eine Schmelzverbindung zwischen der Siliziumplatte 66 und dem Grundplattenkontaktglied 60. Eine stangenförmige Gegenelektrode 70 aus einem Aluminiummetall, welches ausgewählt ist aus der Gruppe, welche Aluminium und Aluminiumgrundlegierungen enthält, ist mit der Siliziumdiode verschweißt. Die Gegenelektrode 70 kann dieselbe Zusammensetzung haben wie die Lage 22 nach Fig. 1.

Die Halbleiteranordnung 50 ist in einer Weise hergestellt, ähnlich der Herstellung der Halbleiterdiodenanordnung 10 nach Fig. 1. Die Aluminiumgegenelektrode 70 wird in ihrer Lage an der Platte 66 angeschweißt, indem ein elektrischer Strom durch die Anordnung hindurchgeschickt wird. Stromzuführungen können mechanisch oder durch Hartlöten an dem oberen Ende der Gegenelektrode 70 befestigt werden.

Die Halbleiterdiode nach Fig. 2 wird einem gründlichen Ätzungsprozeß unterworfen, bevor die Trägerplatte 60 selbst an dem Schraubengrundplattenglied bzw. weiteren Träger oder Gehäuseteil 52 befestigt wird.

Die Ätzungsbehandlung reinigt den Übergang zwischen der Aluminiumgegenelektrode 70 und der Siliziumplatte 66, um auf diese Weise eine unwirksame Arbeitsweise der sich ergebenden Diodenanordnung auszuschließen.

Eine Trägerplatte, welche aus Wolfram besteht, wird durch die starken chemischen Ätzmittel, welche normalerweise angewendet werden, in nachteiliger Weise beeinflusst. Daher ist es erwünscht, den Wolframkörper vollständig in einen nicht durchlöcherten Überzug aus Gold, Platin oder Rhodium einzuschließen. Wenn nur die Oberfläche des Wolframkörpers, welche Kontakt mit dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil eingeht, überzogen wird, dann ist es wichtig, daß keine Ätzmittel in Kontakt mit der freien Oberfläche des Wolframkörpers kommen. Durch Anwendung des Überzuges auf den gesamten Wolframkörper kann das Ätzmittel angewendet werden in irgendeiner üblichen Weise, ohne irgendein unerwünschtes Ergebnis zu verursachen.

Tantal wird nicht nachteilig durch die normalerweise benutzten Ätzmittel beeinflusst. Daher braucht eine Trägerplatte, welche aus Tantal besteht, nur an derjenigen Oberfläche überzogen zu werden, welche mit dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil oder der Schraubengrundplatte durch eine Schmelzverbindung verbunden wird.

Geeignete Ätzmittel bestehen aus einer Mischung gleicher Volumenanteile von Salpetersäure und Flußsäure. Die Fluorwasserstoffsäure kann aus 48 bis 50% HF (Fluorwasserstoff) bestehen, und die Salpetersäure kann 25%ige Konzentration haben. Andere geeignete Ätzmittel für Silizium sind in Fachkreisen wohlbekannt.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Herstellung einer Halbleiteranordnung, z. B. eines Siliziumgleichrichters, deren mit den Elektroden versehener Halbleiterkörper mit einer Trägerplatte von annähernd gleichem thermischem Ausdehnungskoeffizienten wie der des Halbleiterwerkstoffes vereinigt ist, die ihrerseits an einem weiteren Träger bzw. einem Gehäuseteil befestigt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte vor ihrer Vereinigung mit dem Halbleiterkörper mindestens an ihrer dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil zugewandten Fläche mit einem besonderen Überzug aus einem Metall versehen wird, welches eine gründliche und gleichmäßige Benetzung der von diesem Metall überzogenen Fläche gewährleistet und widerstandsfähig gegenüber chemischen Ätzmitteln ist, und daß nach der Vereinigung der Trägerplatte mit dem Halbleiterkörper die aus Trägerplatte und Halbleiterkörper bestehende Anordnung einer Behandlung mit einem chemischen Ätzmittel unterworfen und anschließend mit dem weiteren Träger bzw. Gehäuseteil durch Weichlot verlötet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte mit einem Metall aus der Gruppe, welche Gold, Platin und Rhodium umfaßt, überzogen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte galvanisch, durch Aufspritzen oder Plattieren mit dem Metall überzogen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte mit einem etwa 5 μ dicken Überzug aus Gold bzw. Platin versehen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte mit

einem etwa 0,5 μ dicken Überzug aus Rhodium versehen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper mit einer Trägerplatte verbunden wird, die aus einem oder mehreren die Gruppe von Tantal, Wolfram und Grundlegierungen derselben umfassenden Metallen besteht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerplatte allseitig mit einem besonderen Überzug versehen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterkörper mit der Trägerplatte durch ein Silberlot verlötet wird, welches bei seinem Schmelzprozeß den angrenzenden Halbleiterwerkstoff löst.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Silberlot eine Mehrstofflegierung benutzt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Silberlegierung benutzt wird, welche aus 0,5 bis 8 Gewichtsprozent Antimon, wenigstens 72 Gewichtsprozent Silber und einem Rest aus wenigstens einem Element der Gruppe besteht, welche Germanium, Silizium, Blei und Zinn umfaßt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gegenelektrodenanschlußkontakt aus Tantal über eine Schicht aus Aluminium oder einer Aluminiumgrundlegierung mit dem Halbleiterkörper durch einen Legierungsprozeß derart verbunden wird, daß durch den Legierungsprozeß gleichzeitig der pn-Übergang in dem Halbleiterkörper erzeugt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gegenelektrodenanschlußkontakt aus Aluminium oder einer Aluminiumgrundlegierung unmittelbar selbst mit dem Halbleiterkörper durch einen Legierungsprozeß derart verbunden wird, daß durch den Legierungsprozeß gleichzeitig der pn-Übergang in dem Halbleiterkörper erzeugt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenelektrodenkontaktkörper mit dem Halbleiterkörper elektrisch verschweißt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als weiterer Träger bzw. Gehäuseteil eine Becherform mit einem von der äußeren Oberfläche ausladenden Befestigungsbolzen benutzt wird, welche unmittelbar als Lehre für das Einsetzen des Lotes und der Trägerplatte dient, und daß die Trägerplatte über ihre der Bodenfläche der Becherform gegenüberliegende Fläche mit der Becherform verlötet wird.

15. Verfahren nach Anspruch 11 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenelektrodenkontaktkörper an seiner mit dem Halbleiterkörper zu verbindenden Fläche mit dem als Legierungssubstanz dienenden Aluminium bedampft wird.

In Betracht gezogene Druckschriften:

Deutsche Patentschrift Nr. 858 925;
britische Patentschrift Nr. 772 583;
USA.-Patentschrift Nr. 2 763 822;
schweizerische Patentschrift Nr. 316 010.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

